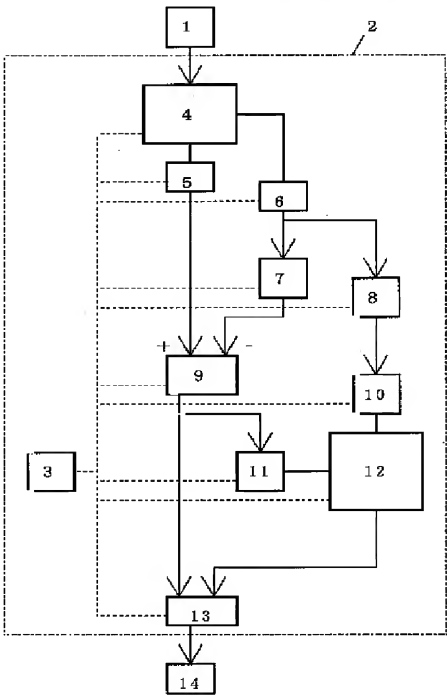


(51)Int.Cl. <sup>6</sup> H 0 4 N 1/417 7/32	識別記号	F I H 0 4 N 1/417 7/137	Z
審査請求 未請求 請求項の数4 書面（全 6 頁）			
(21)出願番号	特願平9－178814	(71)出願人	597106312 中村 博文 宮崎県都城市祝吉町55/2番地
(22)出願日	平成9年(1997)5月31日	(72)発明者	中村 博文 宮崎県都城市祝吉町55/2番地

(54)【発明の名称】 符号化画素の周辺の階調値のばらつき具合によって頻度分布を選択する画像圧縮復元装置

(57)【要約】  
【課題】従来技術では、予測差分の分布を単にひとつの頻度分布とみなしていた。しかし実際には符号化画素の近傍の画素の階調値のばらつき具合によって予測差分の頻度分布は異なっている。このことを予測差分の符号化及び復号化に反映させ、符号化情報量の低減をはかる。  
【解決手段】画像圧縮装置及び画像復元装置において、符号化画素の近傍画素の階調値のばらつき具合を数量化したばらつきの指数をもとにして、複数の頻度分布表の中からひとつの頻度分布表を選択し、予測差分の符号化及び復号化に用いる。または、ばらつきの指数ごとに異なった頻度分布を与える確率密度関数の積分値演算を行い予測差分の出現確率を推定し、予測差分の符号化及び復号化に用いる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】符号化画素の近傍の複数の画素の階調値から階調値のばらつき具合を表すばらつきの指数を演算する機構と、この演算値によって選択される複数の頻度分布表を有し、ばらつきの指数によってひとつの頻度分布表を選択し予測差分の符号化に用いる画像圧縮装置。

【請求項2】符号化画素の近傍の複数の画素の階調値から階調値のばらつき具合を表すばらつきの指数を演算する機構と、この演算値によって選択される複数の頻度分布表を有し、ばらつきの指数によってひとつの頻度分布表を選択し予測差分の復号化に用いる画像復元装置。

【請求項3】符号化画素の近傍の複数の画素の階調値から階調値のばらつき具合を表すばらつきの指数を演算する機構と、ばらつきの指数ごとに異なる頻度分布を与える確率密度関数の積分値演算の機構を有し、その演算結果を予測差分の符号化に用いる画像圧縮装置。

【請求項4】符号化画素の近傍の複数の画素の階調値から階調値のばらつき具合を表すばらつきの指数を演算する機構と、ばらつきの指数ごとに異なる頻度分布を与える確率密度関数の積分値演算の機構を有し、その演算結果を予測差分の復号化に用いる画像復元装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、階調画像を画素の集まりとして捉え、1画素ずつ予測差分を符号化する階調画像圧縮装置及び階調画像復元装置に関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】モノクロ階調画像を画素の集まりとして捉え、例えばテレビスキャンのような順序で、1画素ずつ符号化する画像圧縮装置において、符号化したい画素（符号化画素という。）の近傍画素の内既に符号化の済んだ画素ひとつ以上（参照画素という。）の階調値から予測した値（予測値という。）と符号化画素の階調値との差（予測差分という。）の頻度分布をもとにしてエントロピー符号化する方法が用いられている。例えば、JPEGについてはISO/IEC 11544, "Progressive Bi-level Compression Standard", 1993. に記述されている。頻度分布は、予測差分の値ごとにその出現数を数え上げて得られる頻度分布表の形で求められ、エントロピー符号化器で用いられる。画像の縁では、予測値を求めるための参照画素が充分得られない場合があるが、参照画素の取り方や予測値の求め方に多少の例外的な処置を施せばよい。

【0003】画像の復元は圧縮と同じ順序で1画素ずつ復号化することを繰り返して行う。復号化する各画素（復号化画素という。）について、エントロピー復号化器から符号化時と同じ予測差分が得られる。また、復号化する画素の予測値は既復号化画素から演算可能で、こ

れも符号化時と同じ値を得られる。両者を足して復号化画素の階調値が得られる。これを繰り返して画像が復元できる。また、予測差分の頻度分布の代わりに確率密度関数に帰着した方法も知られている。この方法は、例えば、田中初一："ラプラス分布をなす信号の最適符号", 電子情報通信学会論文誌, Vol. J65-A No. 4, April 1982. や、斎藤恒雄："画像圧縮アルゴリズム", 近代科学社, 1993. に記述されている。予測差分の分散から、確率密度関数またはその積分関数を用いて、予測差分がある値を取り得る確率を推定し、それに基づいて予測差分をエントロピー符号化する。エントロピー符号化としては、算術符号化法やハフマン符号化法等が用いられる。カラー画像の圧縮では、色を構成する要素データ毎に以上の方法を適応して画像圧縮が可能である。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】複数の近傍画素を参照画素とした場合に、予測差分の頻度分布を取るのを、参照画素のばらつきの程度（例えば参照画素の階調値の標準偏差）によって更に細かく取り分けてみると、どの頻度分布も予測差分がゼロの所にピークを持つが、それぞれの分布の仕方は参照画素のばらつきの程度によって大きく異なる。ばらつきが小さい場合は急峻な分布であるが、ばらつきが大きい場合はなだらかな分布になっている。従来技術ではこのことを考慮せず、傾向の異なる頻度分布をひとまとめにして単に予測差分に関するひとつの頻度分布として扱っていたため、符号化情報量の不要な増大を招いていた。確率密度関数に帰着した方法でも同様であった。

【0005】本発明は、単に予測差分の頻度情報だけではなく、周辺の階調値のばらつきを考慮する方法として、ばらつきごとに予測差分の頻度情報を蓄積していき、この頻度情報をばらつきによって使い分けて符号化する方法であり、ばらつき毎に予測差分の分布が異なることを反映させ、無駄な情報量を抑える方法を提供するものである。符号化画素の予測値、ばらつき具合を表すばらつきの指数は、経験的に良い圧縮率の得られる算出方法を選ぶことにする。本発明も予測差分の頻度分布をもとに予測差分を符号化するので、符号化には従来技術と同様のハフマン符号化や算術符号化法のようなエントロピー符号化を用いる。

**【0006】**

【課題を解決するための手段】画像圧縮装置及び画像復元装置において、参照画素の階調値から演算される階調値のばらつきの指数をもとにして複数の頻度分布表（頻度分布表群という。）の中からひとつの頻度分布表を選択し予測差分の符号化及び復号化に用いることを特徴とする。また、画像圧縮装置及び画像復元装置において、参照画素の階調値からばらつきの指数を演算し、このばらつきの指数ごとに異なった確率密度関数の積分値演算

を行い予測差分の出現確率を推定し、予測差分の符号化及び復号化に用いることを特徴とする。ばらつきの指数は、符号化画素の近傍での階調値のばらつき具合を数量化したもので、複数の参照画素の階調値から求められる。用いる値としては例えば、最大値と最小値との差、分散、標準偏差等が挙げられる。更にこれらの値に関数演算を施した値も用いることができる。予測値として用いる値としては、例えば参照画素の階調値の単純な平均値や、最大値と最小値の平均、加重平均した値等が挙げられる。

#### 【0007】

【作用】請求項1では、予測差分の頻度分布表を複数設け、これをばらつきの指数によって使い分けることによって、ばらつきによって互いに傾向の異なっている頻度分布のそれぞれを反映させながら予測差分の符号化ができるようになる。一例であるが、例えば直左画素と直上画素の階調値の差の絶対値をばらつきの指数に用いた場合、従来の単純な頻度分布のエントロピーに対して請求項1の方法では、SIDBA標準画像のautolで約5%エントロピーを下げられた。請求項3では、ばらつきの指数もパラメータとした確率分布関数またはその積分関数を用いることによって、ばらつきの程度によって頻度分布の傾向が異なっていることを反映させながら予測差分の符号化ができる。

#### 【0008】

##### 【実施例】

【実施例1】256階調モノクロ画像に対して、次の頻度分布表群12を設ける。それは予測差分を整数化した-255から+255までの511通りに対応できる大きさ511要素の頻度分布表9個からなる。ばらつきの指数は0から8までの整数値を取るものとする。この値で頻度分布表群12の中からひとつの頻度分布表を選択する頻度分布表選択機構10を設ける。頻度分布表群12の全要素の計数値を予め1にしておく。画像圧縮では圧縮対象画像データからテレビスキャンの順序で1画素分ずつ以下のように符号化する。符号化画素の階調値 $x$ と符号化画素の直左画素の階調値 $a$ と直上画素の階調値 $b$ とを取り出す。ばらつきの指数 $r$ は、 $|a-b|$ の値が0、1、2~3、4~7、8~15、16~31、32~63、64~127、128~255のどれであるかによって、0から8の値を選ぶ。予測値 $e$ は $(a+b)/2$ を切り捨てた値とし、予測差分 $d$ は差分器9で $x-e$ と求める。参照画素階調値抽出機構6において、例外的に直左画素が存在しない場合には $a$ を直上画素の更に直上の画素から得る。その画素が存在しない場合には $a$ として255を用いる。また符号化画素の直上画素が存在しない場合には $b$ を直左画素の更に直左の画素から得る。その画素も存在しない場合には $b$ として0を用いる。

【0009】頻度分布表群12の中から、ばらつきの指

数 $r$ によってひとつの頻度分布表を選び、この頻度分布表によって予測差分 $d$ をエントロピー符号化する。頻度分布表を参照した後に頻度分布表更新機構11によって、符号化した画素のばらつき指数 $r$ と予測差分 $d$ で特定される頻度分布表の要素を1増加させる。画像復元では圧縮された画像データから符号化時と同じ順序で1画素分ずつ次のように復号化する。復号化画素の直左画素の階調値 $a$ と直上画素の階調値 $b$ とを取り出し、画像圧縮装置と同じ方法でばらつきの指数 $r$ と予測値 $e$ とを求める。頻度分布表群12の中から、ばらつきの指数 $r$ によってひとつの頻度分布表を選び、この頻度分布表を用いてエントロピー復号化器16で予測差分 $d$ を得る。復号画素の階調値 $x$ を加算器17によって $d+e$ と得る。頻度分布表を参照した後に頻度分布表更新機構11によって、画素のばらつき指数 $r$ と予測差分 $d$ で特定される頻度分布表の要素を1増加させる。予測値の演算とばらつきの指数の演算とでは、それぞれの参照画素の数や箇所は異なっているが構わない。

【0010】例えばばらつきの指数を $r = |a-b|$ と定義し頻度分布表群中の頻度分布表の数を256にしてもよいが、ばらつきの指数ごとの頻度分布表の計数データを増やすことは圧縮率の面で効果的であるので、頻度分布表群中の頻度分布表の数はある程度抑えた方がよい。頻度分布表の全ての要素の初期値を1とする代わりに、予測差分が0でピークとなるような偏りのある分布で初期値を入れておくことで、頻度分布の学習を助け圧縮効果を上げることができる。予測差分を縮退させれば非可逆圧縮が可能である。エントロピー符号化に算術符号化法を用いる場合に、算術符号化器は頻度分布の累積値が必要である。これは頻度分布表をもとに算術符号化器内で演算することもできる。Bellらが文献「T. C. Bell, J. G. Cleary, I. H. Witten: "Text Compression", Prentice Hall, 1990. 特にpp. 124-127」で指摘しているように頻度分布表の記憶に木構造状の記憶方法を採用すれば、累積値を求める処理時間が大きく短縮できる。エントロピー復号化でも同様である。

#### 【0011】

【実施例2】赤、緑、青とも256階調で表されたカラー画像の圧縮を行うために、実施例1の画像圧縮装置2において、画像データ記憶装置4と頻度分布表群12とを色データ毎にそれぞれ合計3つ有し、符号化画素毎及び各色データ毎に機能する制御機構と符号化画素抽出機構と参照画素抽出機構と頻度分布表選択機構と頻度分布表更新機構とを設け、カラー画像圧縮装置を構成する。また、カラー画像の復元を行うために実施例1の画像復元装置15に対し、同様に色データに関する拡張をしてカラー画像復元装置を構成する。

#### 【0012】

【実施例3】実施例1においてエントロピー符号化装置13として算術符号化装置を用い、頻度分布表選択機構10及び頻度分布表更新機構11及び頻度分布表群12の代わりに、ばらつきの指数 $r$ の値毎に既符号化画素の予測差分の分散 $\sigma r^2$ を求める分散演算機構と、分散 $\sigma r^2$ での予測差分の分布をラプラス分布に当てはめた累積確率分布 $F(d)$ の演算機構を設ける。予測値 $e$ は $(a+b)/2$ を切り捨てせずに求めた値とする。2つの累積確率 $F(d+0.5)/(F(255.5-x)-F(-0.5-x))$ と $F(d-0.5)/(F(255.5-x)-F(-0.5-x))$ を求め、予測差分 $d$ がこのふたつの累積確率の差で出現するものとして算術符号化装置で予測差分 $d$ を符号化する。ここで $F(d)$ はラプラス分布の確率密度関数 $p(d)$ の $-\infty$ から $d$ までの積分を表す関数またはその近似関数を表す。

【0013】画像復元装置ではエントロピー復号化器16として算術符号化の復号器を用いる。累積確率の演算方法は画像圧縮装置と同じにする。画像圧縮装置及び画像復元装置において、符号化画素毎に行う分散 $\sigma r^2$ の更新は画素の符号化の後で行う。なお、例外的にばらつきの指数が $r$ であるような予測差分データの数 $2$ 個以下のときには、分散 $\sigma r^2$ の値として $r+1$ を用いる。確率モデルとしてはラプラス分布の代わりに、正規分布や最小2乗法によって関数近似した分布関数等を用いることもできる。

【0014】

【実施例4】実施例3の画像圧縮装置において画素毎に分散を更新しながら符号化していたことを、最初符号化出力を行わずに全画素についての最終的な分散の値を求めておき、それを圧縮画像データの頭部として出力し、次いでこの分散の値を用いて全画素を一画素ずつ符号化し出力するようにした画像圧縮装置。画像復元装置では、最初に分散を読み込み、次いでこの分散の値を用いて全画素を一画素ずつ復号する。

【0015】

【発明の効果】請求項1及び請求項2の場合、ばらつきの指数によって頻度分布表を使い分けることで、従来法で異なる分布をひとまとめにしていたことによる符号化

情報量の無駄を除くことができる。請求項3及び請求項4の場合、ばらつきの指数ごとに分散を求め、ばらつきの指数ごとに確率密度関数の演算結果を制御することで、実際はばらつきによって傾向が異なる分布であるのに従来法が同一の確率密度関数に基づいていたことによる符号化情報量の無駄を除くことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例を表すもので、参照画素から求めたばらつきの指数によって選択された頻度分布表によって予測値差分を符号化する画像圧縮装置の実施例の構成図。

【図2】参照画素から求めたばらつきの指数によって選択された頻度分布表によって予測値差分を復号化しこれを予測値に加え復号化画素の階調値を得る画像復元装置の実施例の構成図。

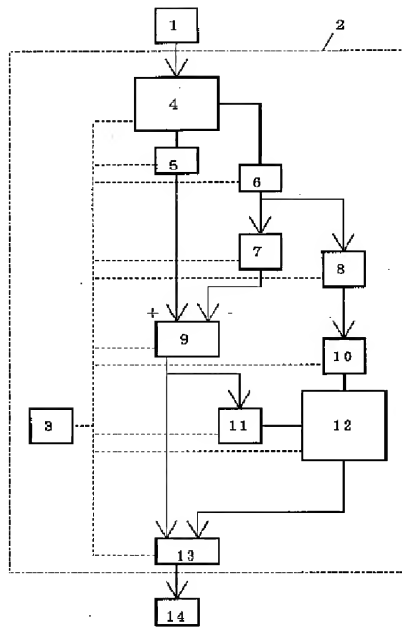
【図3】図1の実施例による画像圧縮の処理進行の流れ図。

【図4】図2の実施例による画像復元の処理進行の流れ図。

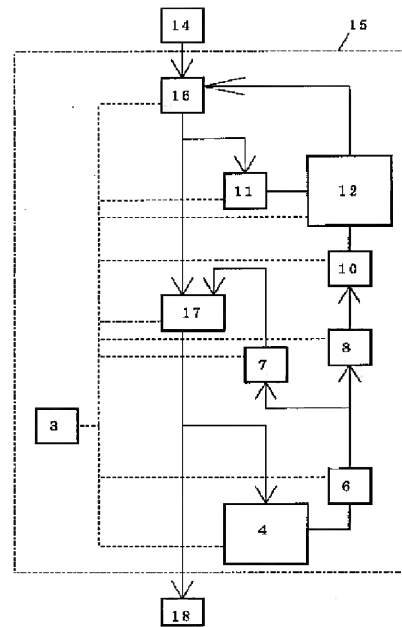
【符号の説明】

- 1・・・圧縮対象画像データ
- 2・・・画像圧縮装置
- 3・・・制御機構
- 4・・・画像データ記憶装置
- 5・・・符号化画素階調値抽出機構
- 6・・・参照画素階調値抽出機構
- 7・・・予測値演算機構
- 8・・・ばらつきの指数演算機構
- 9・・・差分器
- 10・・・頻度分布表選択機構
- 11・・・頻度分布表更新機構
- 12・・・頻度分布表群
- 13・・・エントロピー符号化器
- 14・・・圧縮された画像データ
- 15・・・画像復元装置
- 16・・・エントロピー復号化器
- 17・・・加算器
- 18・・・復元画像データ。

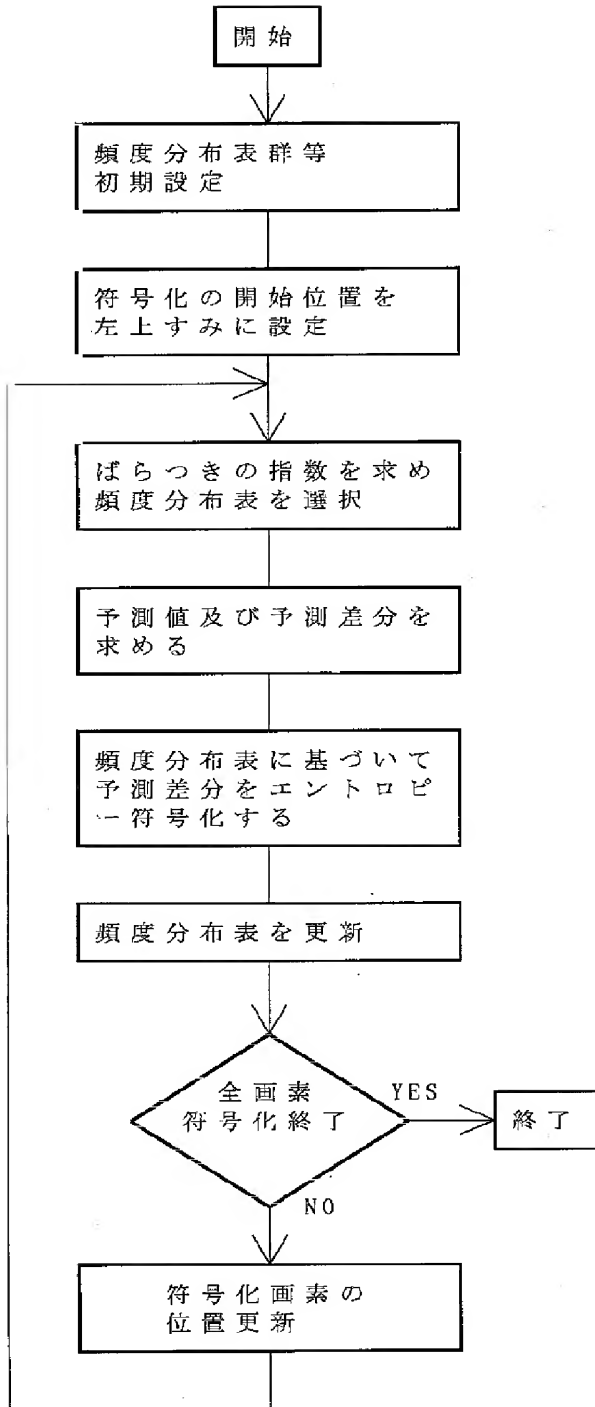
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

